

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 35 531 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**B 23 K 26/06**  
G 02 B 5/10  
G 02 B 6/00

⑳ Aktenzeichen: P 44 35 531.9  
㉔ Anmeldetag: 5. 10. 94  
㉕ Offenlegungstag: 20. 4. 95

DE 44 35 531 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

㉚ Anmelder:

Bernhard, Albert, Dipl.-Ing., 83109  
Großkarolinenfeld, DE; Kripmann, Manfred,  
Dipl.-Ing., 57339 Erndtebrück, DE

㉚ Erfinder:

Antrag auf Nichtnennung

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Nd:YAG-Laser-Fokussiereinrichtung zum Schweißen, insbesondere von Blechen

⑤⑦ Es wird eine Nd:YAG-Laser-Fokussiereinrichtung zum Anschluß an einen Lichtwellenleiter (LWL) mit ausgangsseitiger Strahlkollimation vorgeschlagen, die dadurch gekennzeichnet ist, daß zur Strahlfokussierung ein als Fokussierspiegel ausgebildetes Paraboloidsegment eingesetzt wird, dessen Oberfläche sehr fein und glatt strukturiert ist und einen hohen Reflexionsgrad bei niedriger Energieabsorption im Bereich der YAG-Laser-Wellenlänge aufweist, wobei der Fokussierspiegel vor Spritzpartikeln und Schweißrauchen durch einen im wesentlichen parallel zur Ebene der Spiegelrandung verlaufenden Cross-Jet-Luftstrahl geschützt wird.

DE 44 35 531 A 1

German Offenlegungsschrift DE 44 35 531 A1

Nd:YAG laser focusing device for welding, in particular of metal sheets

An Nd:YAG laser focusing device for connection to an optical waveguide with beam collimation on the emergence side is proposed, which device is characterized in that a paraboloid segment designed as a focusing mirror, the surface of which is structured such that it is very fine and smooth and has a high reflectance along with low energy absorption in the range of the YAG laser wavelength, is used for beam focusing, the focusing mirror being protected from spatter particles and welding fumes by a cross-jet air stream running essentially parallel to the plane of the mirror border.

Description

Object and state of the art

When welding steel sheets, in particular those with a  
5 zinc coating, and when welding aluminium and other  
metallic materials by means of an Nd:YAG laser beam,  
glowing material particles often erupt explosively from  
the molten bath and move at very high speed in all  
accessible directions.

10 Also produced are welding fumes, which likewise move in  
an uncontrolled way and are deposited on surfaces in  
their vicinity.

15 Both factors have the effect that the lens optics  
customary in laser welding become soiled quite quickly  
on the beam emergence side. For this reason, it is  
customary to protect the lens optics of the focusing  
unit by a covering with a transparent protective glass,  
20 bloomed by coating, which is fitted between the welding  
location and the focusing optics.

Furthermore, it is customary also to arrange what is  
known as a cross-jet device in front of the protective  
25 glass. This is a powerful air stream emerging from a  
Laval nozzle transversely with respect to the axis of  
the focused laser beam, which is intended to deflect  
the particles and fumes entering it and thereby prevent  
soiling of the protective glass.

30 Keeping the focusing device clean for the unhindered  
passage of the laser beam is important because

- 35 a) soiling leads to inadequate energy throughput  
and consequently to defective welds, and
- b) as the degree of soiling increases, the energy  
absorption of the protective glass may become  
so high that it is damaged by excessive thermal

loading.

To avoid defective welds and repairs to the laser welding device, the current state of the art provides  
5 for the precautions described above to be taken.

In spite of the cross-jet device, particles are still deposited on the protective glass to an excessive degree, with the result that it is scarcely possible to  
10 achieve a service time of, for example, 8 hours without a gradual reduction in the welding performance. One explanation for this is that the effect of the cross-jet air stream on the glowing spatter particles is relatively short in terms of distance and time and, for  
15 design reasons, can also be scarcely improved appreciably.

Consequently, the object here is to design a focusing device for Nd:YAG laser welding applications in such a  
20 way that a considerably longer service time in comparison with the current state of the art is achieved along with significantly better efficiency.

#### Solution proposal

25 According to the invention, it is proposed as a solution for achieving the stated object that a paraboloid segment designed as a focusing mirror, which is preferably made of copper and the surface of which  
30 is structured such that it is very fine and smooth and has a high reflectance along with low energy absorption in the range of the YAG laser wavelength, should be used for beam focusing, the focusing mirror being protected from spatter particles and welding fumes by a  
35 cross-jet air stream running essentially parallel to the plane of the mirror border and at an angle deviating from the axis of the focused beam in the range of 30° ... 50°.

The use of a focusing mirror makes it possible here to allow the cross-jet air stream to act considerably longer on the spatter particles, since the cross-jet then no longer flows in transversely with respect to the focusing axis, as in the case of lens optics, but at an angle appreciably smaller than  $90^\circ$  with respect to the focusing axis.

This achieves the effect that

10

a) intensified cooling of the particles during their flight takes place, and

b) the deflection of the particle trajectory in the desired direction, heading away from the focusing device, is considerably improved.

15

Investigations have shown that, as a result, not only the soiling of the focusing device in itself becomes less, but at the same time the type of remaining deposits also changes inasmuch as now they are considerably cooler particles, which can be easily wiped away with a suitable cloth, since they no longer become lodged in the surface - as is the case with glowing parts.

25

A precondition for the service time to be prolonged and the cleaning of the focusing device to be made easier in this way is the use according to the invention of a focusing mirror together with an obliquely set cross-jet.

30

An additional advantage is obtained in an embodiment of the focusing device according to the invention which provides that the collimation device is in this case mounted rotatably in such a way that the entry of the optical waveguide into the collimation system takes place virtually without any buckling loads being exerted on the optical waveguide, even if rapid relocating movements are performed.

35

For this purpose, the collimation device is pivotably mounted concentrically with respect to its exit axis.

5 In an embodiment of an especially small form of the focusing device according to the invention, a plane mirror is also arranged in the path of rays between the emergence from the collimation and the impingement on the focusing mirror, combining with the focusing mirror  
10 to allow the construction of a focusing device in which the plane running perpendicularly with respect to the axis of the laser beam deflected by the plane mirror and through the axis of the collimation is preferably arranged parallel to the axis of the focusing.

15

The invention is described in detail below on the basis of Figures 1 to ....

Figure 1 shows an Nd:YAG laser focusing device  
20 according to the invention, approximately on a scale of 1:3, built onto the tool flange of an industrial robot. The following designations are used:

- 1 optical waveguide, flexible
- 2 collimation device
- 25 3 protective glass for 2
- 4 outlet opening(s) for a cross-jet air stream
- 5a, b, c outer and central laser beam components after emerging from the collimation device
- 6 focusing mirror (water-cooled; cooling not shown)
- 30 7 focusing mirror block
- 8 cross-jet device with the individual nozzles 8a to 8f
- 9 compressed-air connection for cross-jet
- 10 adjustable annular nozzle for supplying inert gas
- 35 (inert gas connection not shown)
- 11a, b, c outer and central laser beam components after deflection and focusing by the focusing mirror
- 12 securing bracket for focusing device
- 13 fastening flange of the focusing device

- 14 tool flange of the robot
- 15 6th axis (outer hand axis) of the robot
- 16 5th axis of the robot (penultimate hand axis)
- 17 plane running through the focusing mirror border
- 5 f focal length of the focusing device (preferably in  
the range  $f = 130 \dots 200$  mm).

As can be seen, in this example of a focusing device according to the invention, a focusing mirror with  
10 approximately  $60^\circ$  beam deflection has been chosen for the central beam. This allowed the effect to be achieved that the overall arrangement, including the collimation, can be arranged at a relatively small distance from the robot hand axes.

15

Figure 2 represents an extension of the solution shown in Figure 1, in which the collimation device is pivotably arranged by means of a mounting:

- 22 mounting of the collimation device;
- 20 with 18, securement for the optical waveguide,  
the optical waveguide is in this case restrained in such a way that, when there are lateral deflections of the focusing device, the optical waveguide is capable of pivoting the collimation device. As a result, the  
25 buckling loading for the optical waveguide is considerably reduced.

Figure 3 shows the front view,

30 Figure 4 shows the side view and

Figure 5 shows the rear view of a particularly advantageous embodiment on a scale of approximately 1:2, which takes up only little space, along with great  
35 mobility of the system at the same time. This embodiment is additionally equipped with

- 22a, b two pivot bearings for the collimator  
(increases the rigidity)
- 19a, b return springs for the collimation pivoting



movement

20 plane mirror (water-cooled; cooling not shown)

21 plane mirror block

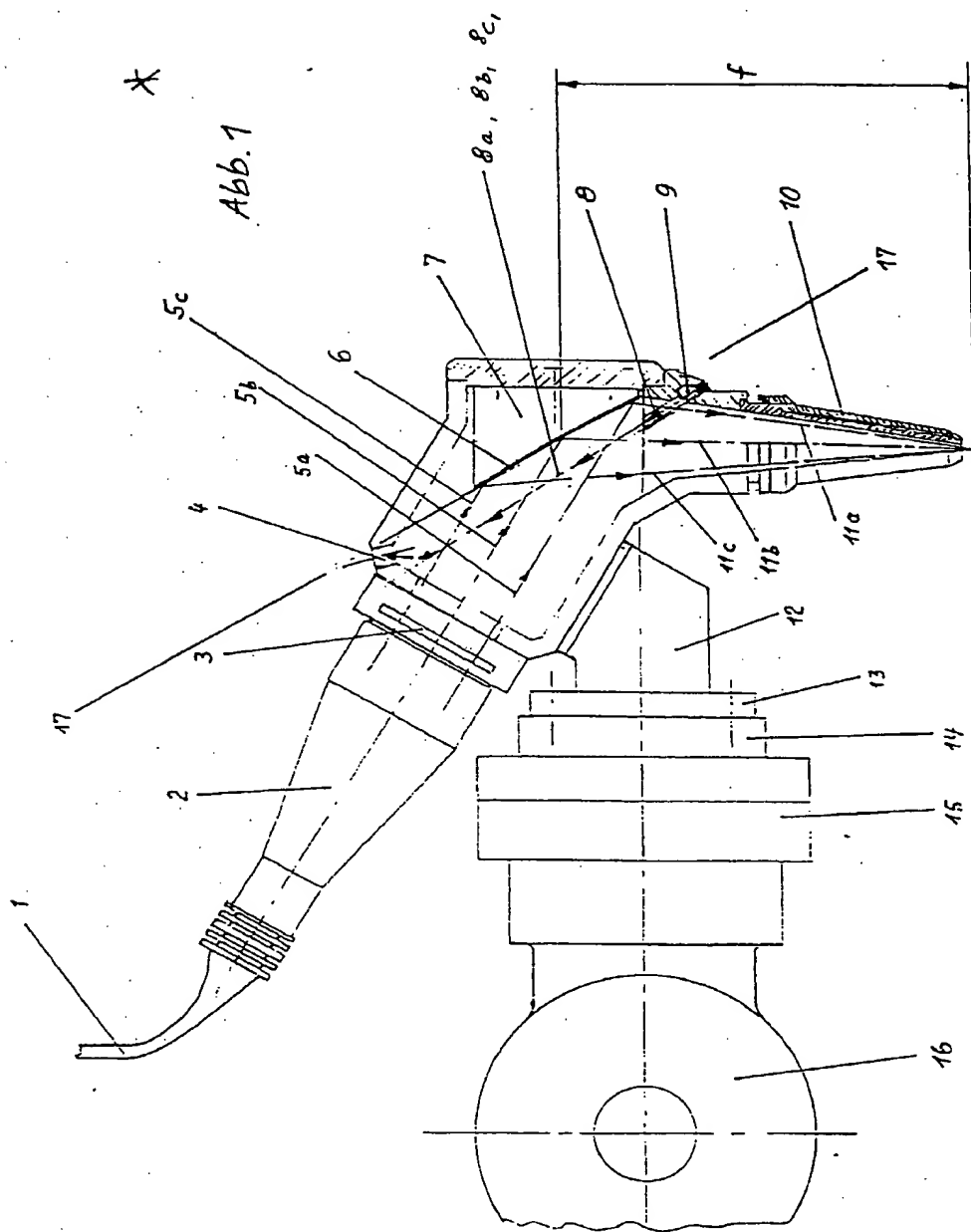
and consequently allows the construction of a focusing  
5 device in a very slender overall form of construction.

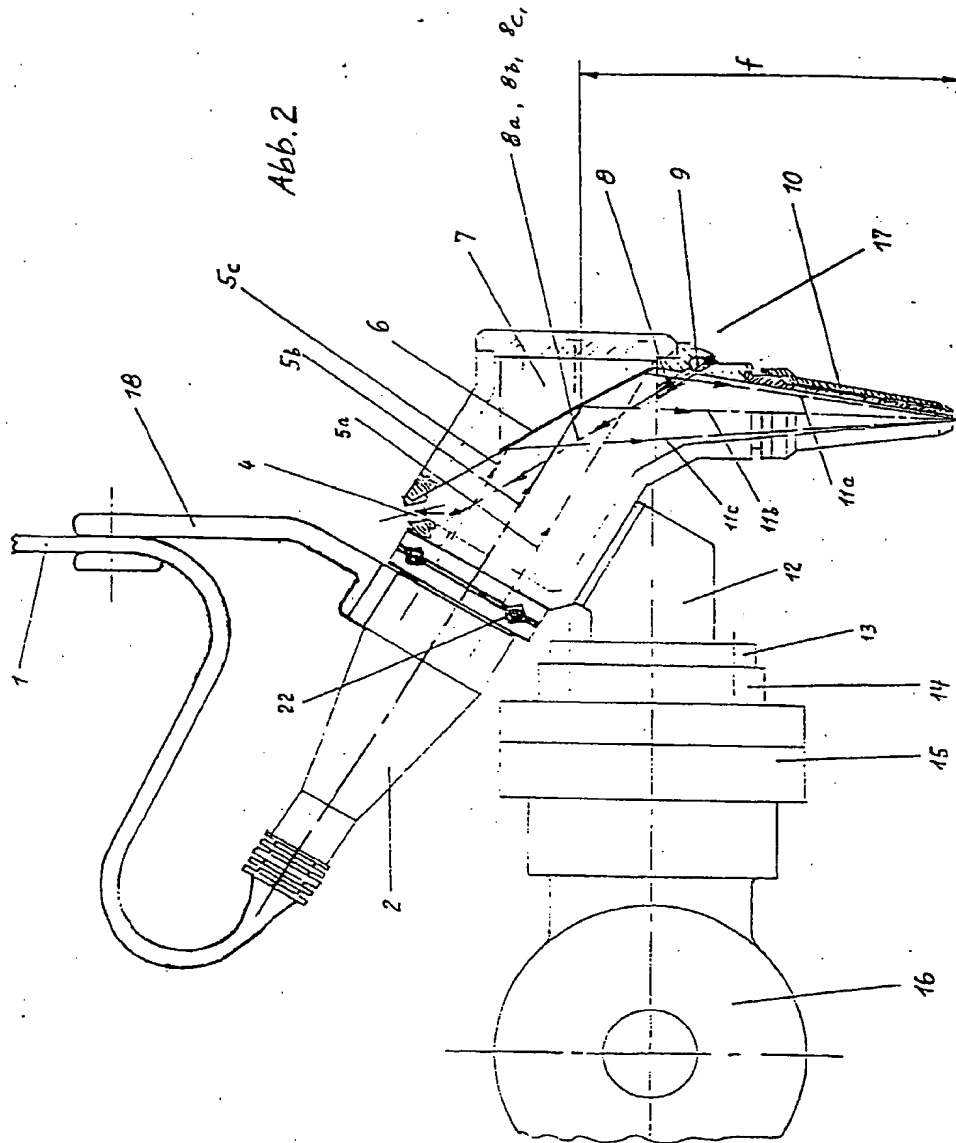
The embodiments represented in the figures are to be  
regarded as examples of the forms which the invention  
may take. They do not in any way restrict the content  
10 of the invention.

Patent claims

1. Nd:YAG laser focusing device for connection to an optical waveguide with beam collimation on the emergence side, characterized in that a paraboloid segment designed as a focusing mirror, which is preferably made of copper and the surface of which is structured such that it is very fine and smooth and has a high reflectance along with low energy absorption in the range of the YAG laser wavelength, is used for beam focusing, the focusing mirror being protected from spatter particles and welding fumes by a cross-jet air stream running essentially parallel to the plane of the mirror border and at an angle deviating from the axis of the focused beam in the range of  $30^{\circ}$  ...  $50^{\circ}$ .
2. Nd:YAG laser focusing device according to Claim 1, characterized in that the collimator is movable around a central position in an angle range of approximately  $\pm 45^{\circ}$  about an axis lying concentrically with respect to the axis of the rays emerging from the collimator and, for this purpose, is rotatably mounted.
3. Nd:YAG laser focusing device according to Claim 2, characterized in that, in the absence of external deflecting forces, the collimator is secured in its central position by a resilient restraint.
4. Nd:YAG laser focusing device according to Claim 1, characterized in that the parallel-directed laser beam emerging from the collimation is deflected by means of a plane mirror onto the focusing mirror, the plane running perpendicularly with respect to the axis of the laser beam deflected by the plane mirror and the axis of the collimation preferably being arranged parallel to the axis of the focusing.

5 associated pages of drawings





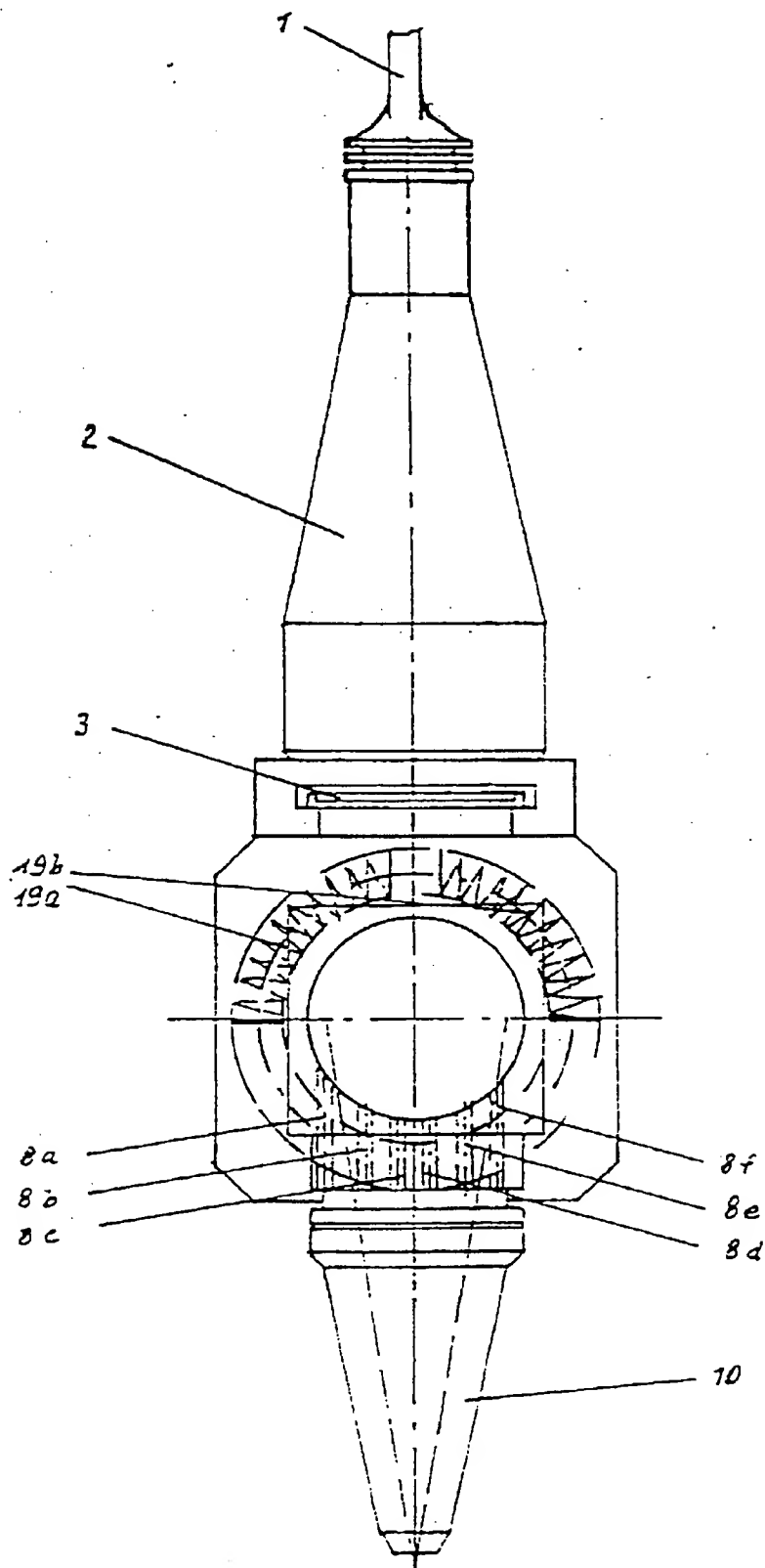


Abb. 3

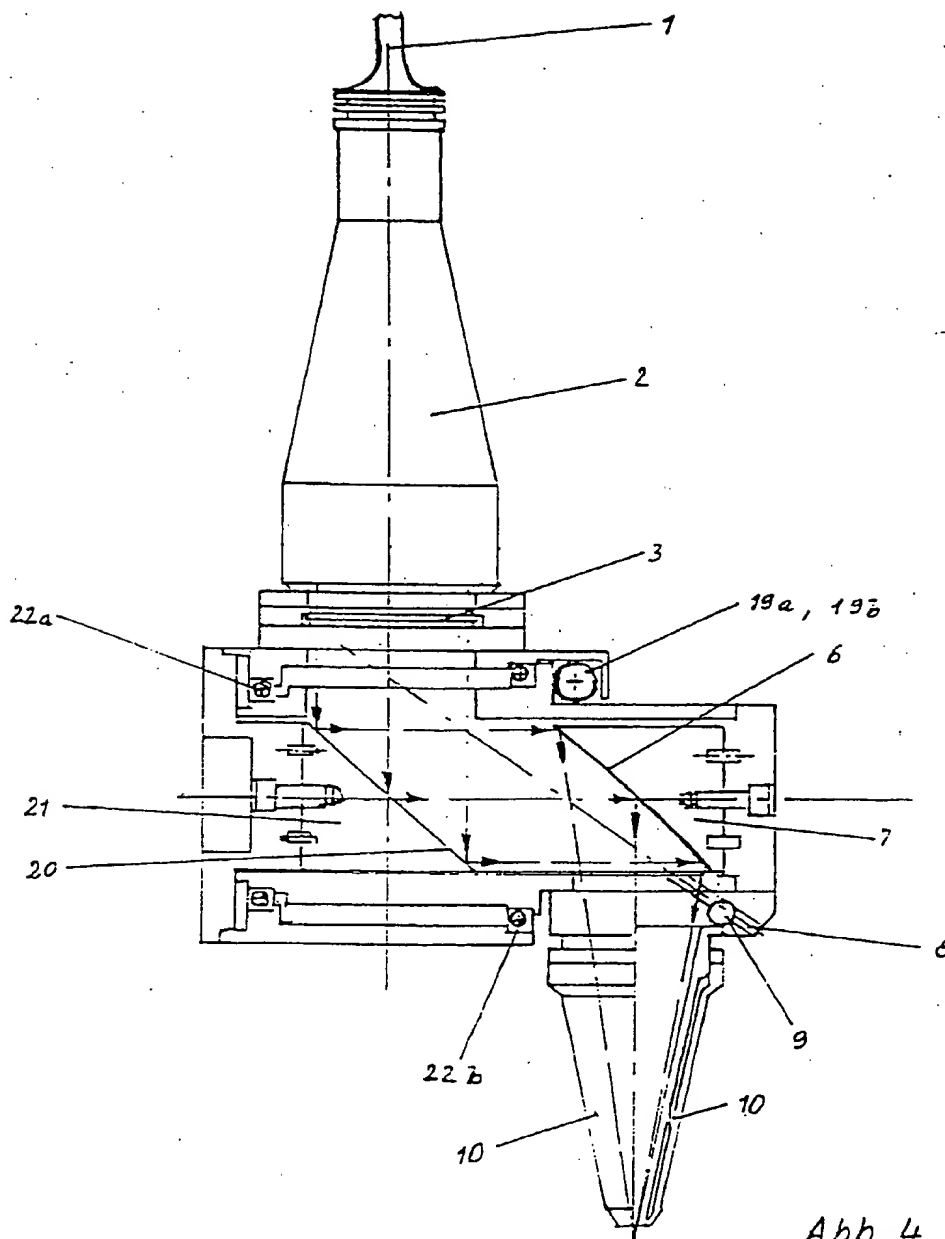
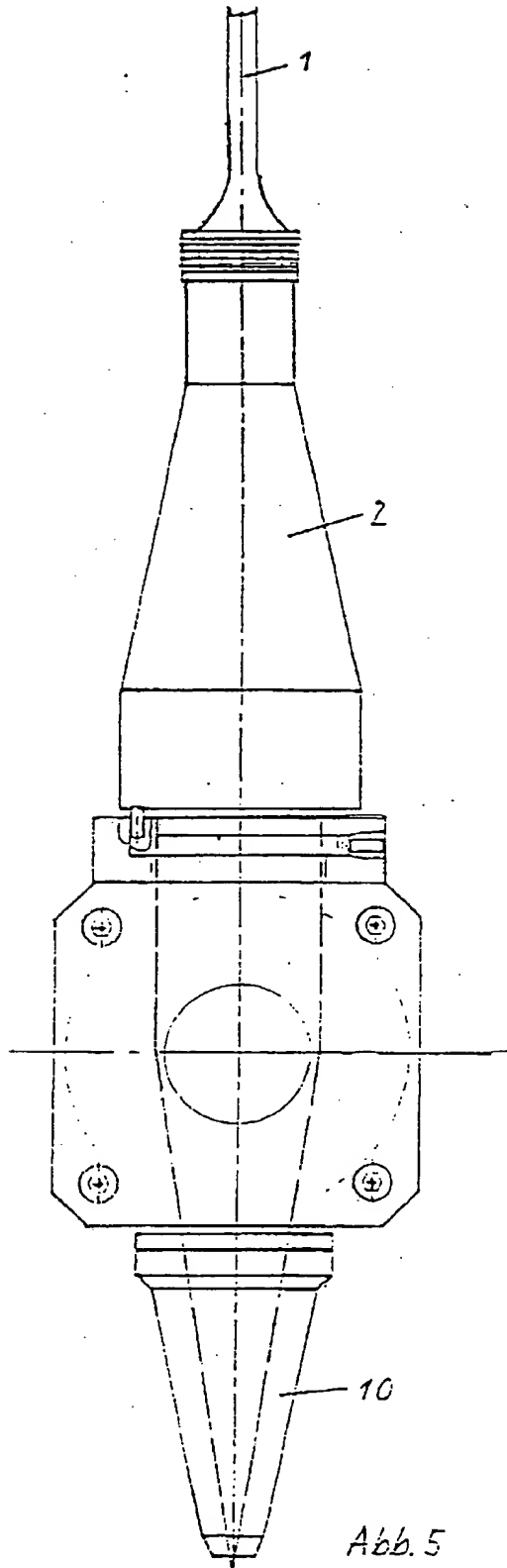


Abb. 4





**Nd:YAG laser focusing device for welding, especially metal sheets**

Patent Number: DE4435531

Publication date: 1995-04-20

Inventor(s):

Applicant(s): BERNHARD ALBERT DIPL ING (DE); KRIPMANN MANFRED DIPL ING (DE)

Requested Patent: ☐ DE4435531

Application Number: DE19944435531 19941005

Priority Number(s): DE19944435531 19941005

IPC Classification: B23K26/06 ; G02B5/10 ; G02B6/00

EC Classification: B23K26/14

Equivalents:

---

**Abstract**

---

The proposal is for a Nd:YAG laser focusing device for connection to an optical waveguide (optical fibre) (LWL) with beam collimation on the output side, the said device being characterised in that, to focus the beam, use is made of a paraboloid segment which is designed as a focusing mirror, the surface of which has a very fine and smooth structure and a high reflectivity with low energy absorption in the range of the YAG laser wavelength, the focusing mirror being protected from splashed particles and welding fumes by a cross-jet air stream running essentially parallel to the plane of the border of the mirror.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 44 35 531 A 1**

51 Int. Cl. 8:  
**B 23 K 26/06**  
G 02 B 5/10  
G 02 R 6/00

21 Aktenzeichen: P 44 35 531.9  
22 Anmeldetag: 5. 10. 94  
43 Offenlegungstag: 20. 4. 95

DE 4435531 A1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

71 Anmelder:  
Bernhard, Albert, Dipl.-Ing., 83100  
Großkarolinentfeld, DE; Kripmann, Manfred,  
Dipl.-Ing., 57339 Erndtebrück, DE

72 Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Nd:YAG-Laser-Fokussiereinrichtung zum Schweißen, insbesondere von Blechen

57 Es wird eine Nd:YAG-Laser-Fokussiereinrichtung zum Anschluß an einen Lichtwellenleiter (LWL) mit ausgangsseitiger Strahlkollimation vorgeschlagen, die dadurch gekennzeichnet ist, daß zur Strahlfokussierung ein als Fokussierspiegel ausgebildetes Paraboloidsegment eingesetzt wird, dessen Oberfläche sehr fein und glatt strukturiert ist und einen hohen Reflexionsgrad bei niedriger Energieabsorption im Bereich der YAG-Laser-Wellenlänge aufweist, wobei der Fokussierspiegel vor Spritzpartikeln und Schweißrauch durch einen im wesentlichen parallel zur Ebene der Spiegelrandung verlaufenden Cross-Jet-Luftstrahl geschützt wird.

DE 4435531 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 95 508 016/522

7/29

## Aufgabenstellung und Stand der Technik

Beim Schweißen von Stahlblechen, insbesondere solchen mit Zinkbeschichtung, wie auch beim Schweißen von Aluminium und anderen metallischen Werkstoffen mittels Nd:YAG-Laser-Strahl treten häufig glühende Materialpartikel explosionsartig aus dem Schmelzbad aus und bewegen sich mit sehr hoher Geschwindigkeit in alle zugänglichen Richtungen.

Darüber hinaus bilden sich Schweißrauch, die sich ebenfalls in unkontrollierter Weise bewegen und an Oberflächen ihrer Umgebung ablagern.

Beide Faktoren führen dazu, daß die beim Laserschweißen übliche Linsenoptik recht schnell an der Strahlaustrittsstelle verunreinigt wird. Aus diesem Grunde ist es üblich, die Linsenoptik der Fokussiereinrichtung durch eine Abdeckung mit einem durch Beschichtung vergüteten, lichtdurchlässigen Schutzglas, das zwischen Schweißstelle und Fokussieroptik angebracht wird, zu schützen.

Weiterhin ist es üblich, vor dem Schutzglas noch eine sogenannte Cross-Jet-Einrichtung anzuordnen. Es handelt sich hierbei um einen kräftigen, aus einer Laval-Düse austretenden Luftstrom quer zur Achse des fokussierten Laserstrahles, der die in ihn eintretenden Partikel und Rauche ablenken und dadurch eine Verschmutzung des Schutzglases verhindern soll.

Die Sauberhaltung der Fokussiereinrichtung zum ungehinderten Durchtritt des Laserstrahles ist deshalb wichtig, weil

- a) eine Verschmutzung zu ungenügendem Energiedurchsatz und damit zu fehlerhaften Schweißungen führt, und
- b) mit steigendem Verschmutzungsgrad die Energieabsorption des Schutzglases so hoch werden kann, daß dieses durch zu hohe Wärmebelastung beschädigt wird.

Zur Vermeidung von Fehlschweißungen und von Reparaturen an der Laser-Schweißeinrichtung werden nach dem heutigen Stand der Technik die oben beschriebenen Vorkehrungen getroffen.

Trotz Cross-Jet-Einrichtung setzen sich aber immer noch in zu hohem Maße Partikel auf dem Schutzglas ab, so daß eine Standzeit von z. B. 8 Stunden kaum ohne eine allmähliche Verringerung der Schweißleistung erreichbar ist. Eine Erklärung hierfür ist, daß die Einwirkung des Cross-Jet-Luftstromes auf die glühenden Spritzer-Partikel nach Weg und Zeit relativ kurz ist und aus konstruktiven Gründen auch kaum nennenswert verbessert werden kann.

Es stellt sich somit hier die Aufgabe, eine Fokussiereinrichtung für Nd:YAG-Laser-Schweißanwendungen derart zu gestalten, daß eine gegenüber dem derzeitigen Stand der Technik erheblich längere Standzeit bei wesentlich besserem Wirkungsgrad erreicht wird.

## Lösungsvorschlag

Erfindungsgemäß wird zur Lösung der gestellten Aufgabe vorgeschlagen, daß zur Saubereinstellung ein als Fokussierspiegel ausgebildetes Paraboloidsegment, vorzugsweise aus Kupfer, eingesetzt wird, dessen Oberfläche sehr fein und glatt strukturiert ist und einen hohen

Reflektionsgrad bei niedriger Energieabsorption im Bereich der YAG-Laser-Wellenlänge aufweist, wobei der Fokussierspiegel vor Spritzpartikeln und Schweißrauch durch einen im wesentlichen parallel zur Ebene der Spiegelfläche und in einem Bereich von 30° ... 50° von der Achse des fokussierten Strahles abweichenden Winkel verlaufenden Cross-Jet-Luftstrahles geschützt wird.

Der Einsatz eines Fokussierspiegels eröffnet hierbei die Möglichkeit, den Cross Jet Luftstrom erheblich länger auf die Spritzerpartikel einwirken zu lassen, da der Cross-Jet nun nicht mehr, wie bei einer Linsenoptik, quer zur Fokussierachse, sondern in einem Winkel nennenswert kleiner als 90° zur Fokussierachse einströmen zu lassen.

Hierdurch wird erreicht, daß

- a) eine verstärkte Abkühlung der Partikel während ihres Fluges erfolgt, und
- b) die Ablenkung der Partikelflugbahn in der gewünschten, von der Fokussiereinrichtung fortweisenden Richtung erheblich verbessert wird.

Untersuchungen haben gezeigt, daß hierdurch nicht nur die Verschmutzung der Fokussiereinrichtung an sich geringer wird, sondern zugleich auch die Art der verbleibenden Ablagerungen insofern eine andere wird, als es sich nunmehr um erheblich kühlere Partikel handelt, die mit einem geeigneten Tuch leicht abzuwischen sind, da sie sich nicht mehr — wie dies bei glühenden Teilen der Fall ist — in der Oberfläche festsetzen.

Voraussetzung für die hiermit bewirkte Verlängerung der Standzeit und Erleichterung der Reinigung der Fokussiereinrichtung ist der erfindungsgemäße Einsatz eines Fokussierspiegels in Verbindung mit einem schräggestellten Cross-Jet.

Ein zusätzlicher Vorteil ergibt sich in einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Fokussiereinrichtung dadurch, daß hierbei die Kollimationseinrichtung derart drehbar gelagert ist, daß der Eintritt des LWL (Lichtwellenleiters) in das Kollimationssystem nahezu ohne Knickbelastung des LWL vorstatten geht, auch wenn schnelle Umsetzbewegungen vorgenommen werden.

Zu diesem Zweck ist die Kollimationseinrichtung konzentrisch zu ihrer Austrittsachse schwenkbar gelagert.

In einer besonders klein bauenden Ausführungsform der erfindungsgemäßen Fokussiereinrichtung wird im Strahlengang zwischen dem Austritt aus der Kollimation und dem Auftreffen auf dem Fokussierspiegel noch ein Planspiegel angeordnet, der zusammen mit dem Fokussierspiegel den Aufbau einer Fokussiereinrichtung gestattet, bei der die senkrecht zur Achse des durch den Planspiegel umgelenkten Laserstrahls und durch die Achse der Kollimation verlaufende Ebene vorzugsweise parallel zur Achse der Fokussierung angeordnet ist.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Abbildungen 1 bis ... im einzelnen beschrieben.

Abb. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Nd:YAG-Laser-Fokussiereinrichtung etwa im Maßstab 1:3, angebaut an den Werkzeugflansch eines Industrieroboters. Hierbei bedeuten:

- 1 Lichtwellenleiter, flexibel
- 2 Kollimationseinrichtung
- 3 Schutzglas für 2
- 4 Auslaßöffnung(en) für Cross-Jet-Luftstrahl

5a, b, c Äußere und zentrale Laserstrahlanteile nach dem Austritt aus der Kollimationseinrichtung

6 Fokussierspiegel (wassergekühlt; Kühlung nicht dargestellt)

7 Fokussierspiegelblock

8 Cross-Jet-Einrichtung mit den Einzeldüsen 8a bis 8f

9 Druckluftanschluß für Cross-Jet

10 Einstellbare Ringdüse zur Schutzgas-Zuführung (Schutzgasanschluß nicht dargestellt)

11a, b, c Äußere und zentrale Laserstrahlanteile nach der Umlenkung und Fokussierung durch den Fokussierspiegel

12 Haltewinkel für Fokussiereinrichtung

13 Befestigungsflansch der Fokussiereinrichtung

14 Werkzeugflansch des Roboters

15 6. Achse (äußere Handachse) des Roboters

16 5. Achse des Roboters (vorletzte Handachse)

17 Durch die Fokussierspiegelrandung verlaufende Ebene

f Brennweite der Fokussiereinrichtung (vorzugsweise im Bereich  $f = 130 \dots 200 \text{ mm}$ ).

Wie ersichtlich, ist in diesem Beispiel einer erfindungsgemäßen Fokussiereinrichtung ein Fokussierspiegel mit ca.  $60^\circ$  Strahlumlenkung für den Zentralstrahl gewählt worden. Dadurch konnte erreicht werden, daß die Gesamtanordnung einschließlich der Kollimation mit einem relativ kleinen Abstand zu den Roboter-Handachsen angeordnet werden kann.

Abb. 2 stellt eine Erweiterung der in Abb. 1 gezeigten Lösung dar, bei der die Kollimationseinrichtung mittels einer Lagerung schwenkbar angeordnet ist:

22 Lagerung der Kollimationseinrichtung;

Mit 18 Halterung für LWL

wird dabei der Lichtwellenleiter so abgefangen, daß bei seitlichen Auslenkungen der Fokussiereinrichtung der LWL in der Lage ist, die Kollimationseinrichtung zu schwenken. Dadurch wird die Knickbelastung für den LWL erheblich verringert.

Abb. 3 zeigt die Frontansicht.

Abb. 4 die Seitenansicht, und

Abb. 5 die Rückansicht einer besonders vorteilhaften Ausführungsform im Maßstab etwa 1:2, die nur wenig Raum beansprucht bei zugleich hoher Beweglichkeit des Systems. Diese Ausführungsform ist zusätzlich ausgestattet mit

22a, b zwei Schwenklagern für den Kollimator (erhöht die Steifigkeit)

19a, b Rückstellfedern für die Kollimations-Schwenkbewegung

20 Planspiegel (wassergekühlt; Kühlung nicht dargestellt)

21 Planspiegel-Block

und gestattet damit den Aufbau einer Fokussiereinrichtung in sehr schlanker Gesamtbauweise.

Die in den Abbildungen dargestellten Ausführungsarten sind als Beispiele für die Realisation der Erfindung zu betrachten. Sie dienen keineswegs der Begrenzung des Erfindungsinhaltes.

#### Patentansprüche

1. Nd : YAG-Laser-Fokussiereinrichtung zum Anschluß an einen Lichtwellenleiter (LWL) mit ausgangseitiger Strahlkollimation, dadurch gekennzeichnet, daß zur Strahlfokussierung ein als Fokussierspiegel ausgebildetes Paraboloidsegment, vorzugsweise aus Kupfer, eingesetzt wird, dessen Oberfläche sehr fein und glatt strukturiert ist und

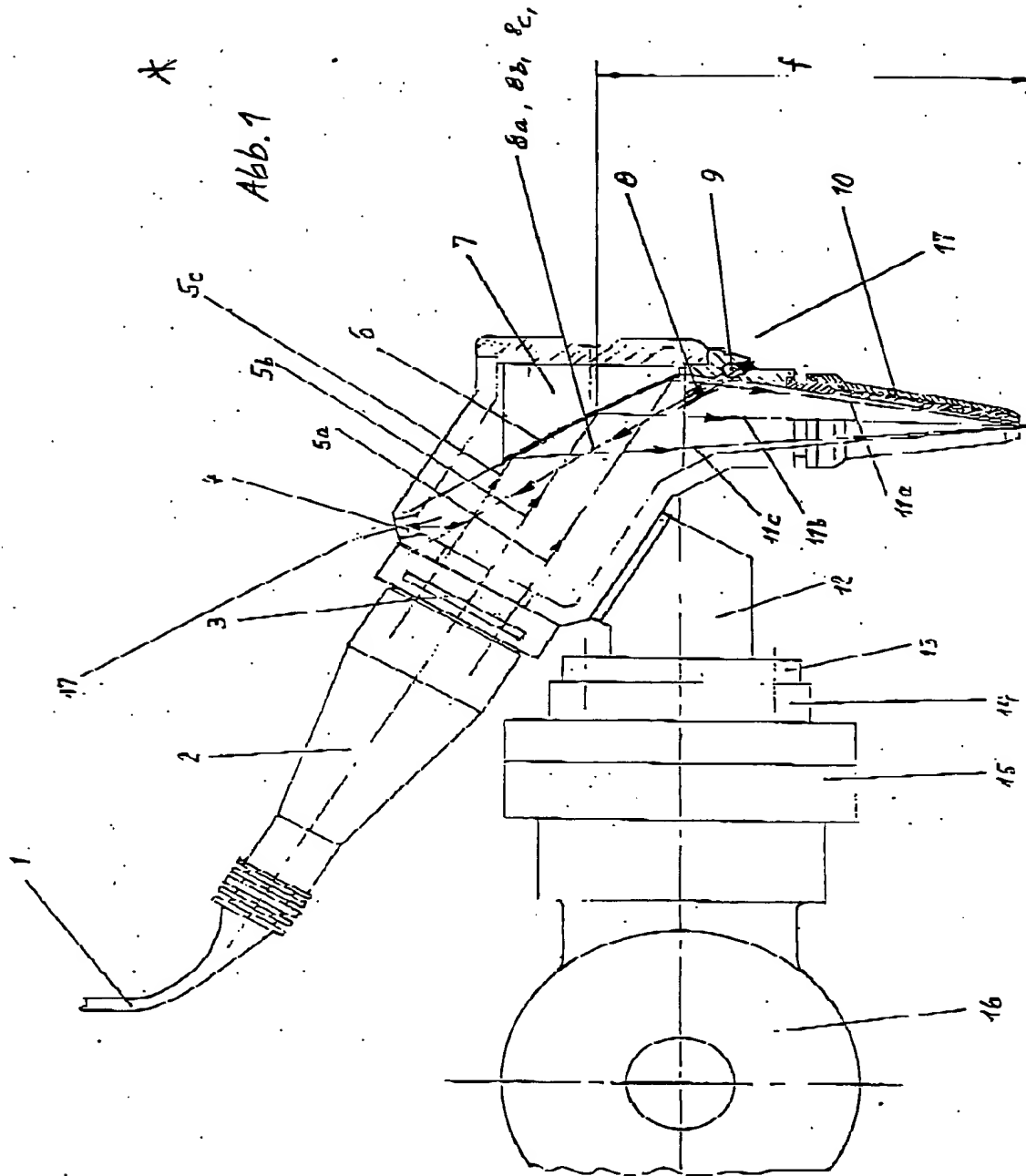
einen hohen Reflektionsgrad bei niedriger Energieabsorption im Bereich der YAG-Laser-Wellenlänge aufweist, wobei der Fokussierspiegel vor Spritzpartikeln und Schweißrauch durch einen im wesentlichen parallel zur Ebene der Spiegelrandung und in einem im Bereich von  $30^\circ \dots 50^\circ$  von der Achse des fokussierten Strahles abweichenden Winkel verlaufenden Cross-Jet-Luftstrahl geschützt wird.

2. Nd : YAG-Laser Fokussiereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kollimator um eine konzentrisch zur Achse der aus dem Kollimator austretenden Strahlen liegende Achse in einem Winkelbereich von etwa  $\pm 45^\circ$  um eine Mittelstellung bewegbar und zu diesem Zweck drehbar gelagert ist.

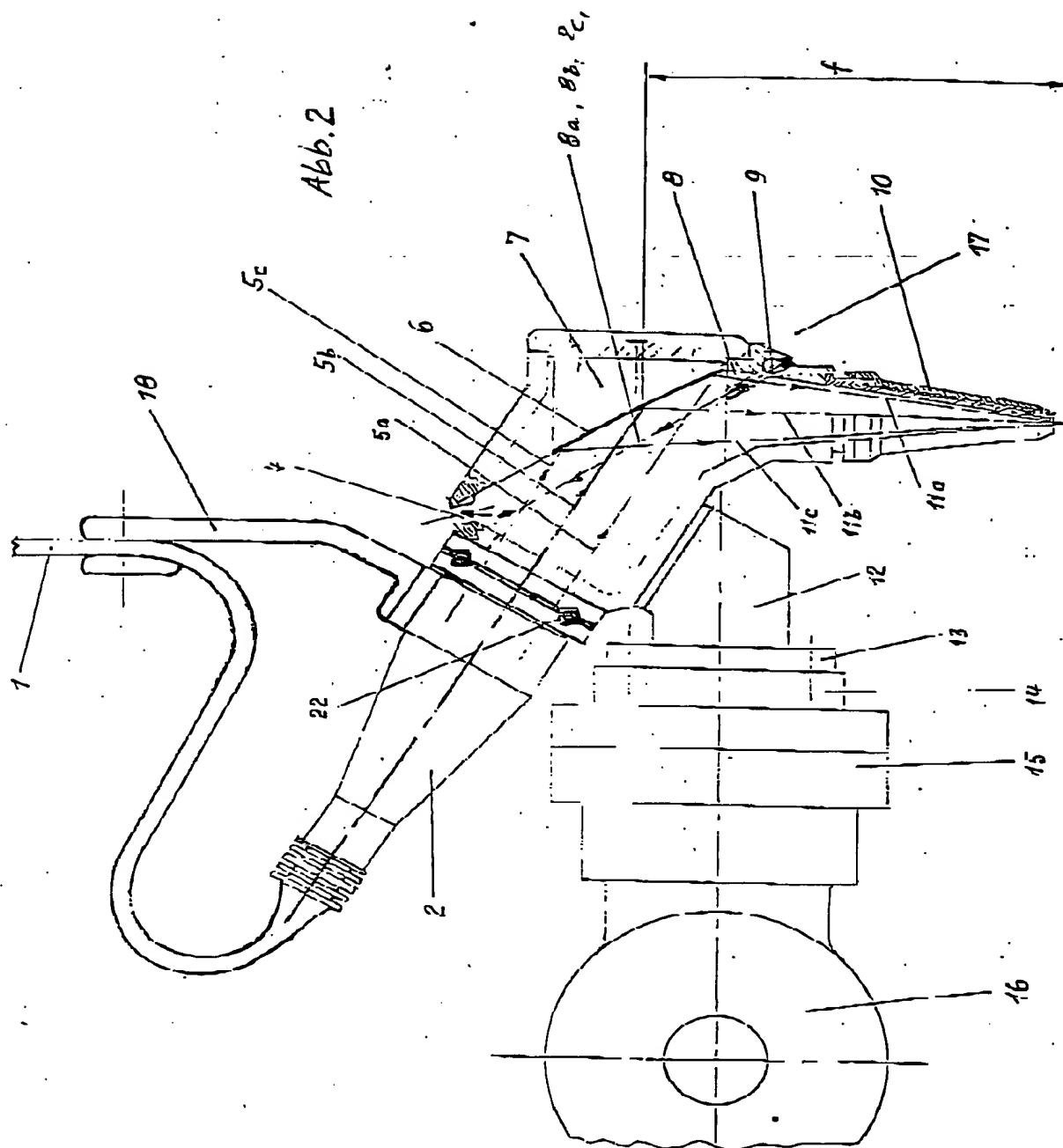
3. Nd : YAG-Laser-Fokussiereinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kollimator durch eine federnde Einspannung bei Abwesenheit äußerer Auslenkkräfte in seiner Mittelstellung gehalten wird.

4. Nd : YAG-Laser-Fokussiereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der aus der Kollimation austretende parallelgerichtete Laserstrahl mittels eines Planspiegels auf den Fokussierspiegel umgelenkt wird, wobei die senkrecht zur Achse des durch den Planspiegel umgelenkten Laserstrahls und die Achse der Kollimation verlaufende Ebene vorzugsweise parallel zur Achse der Fokussierung angeordnet ist.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen



508 016/522



508 016/522

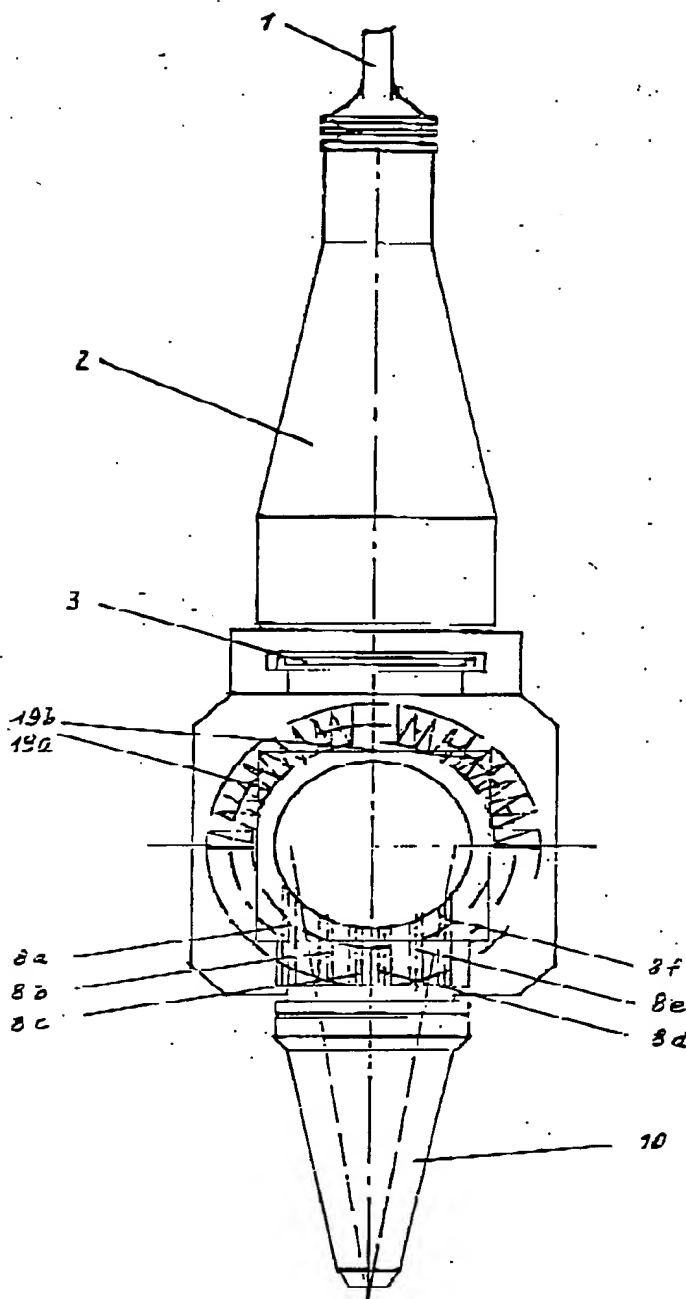


Abb. 3

508 016/522

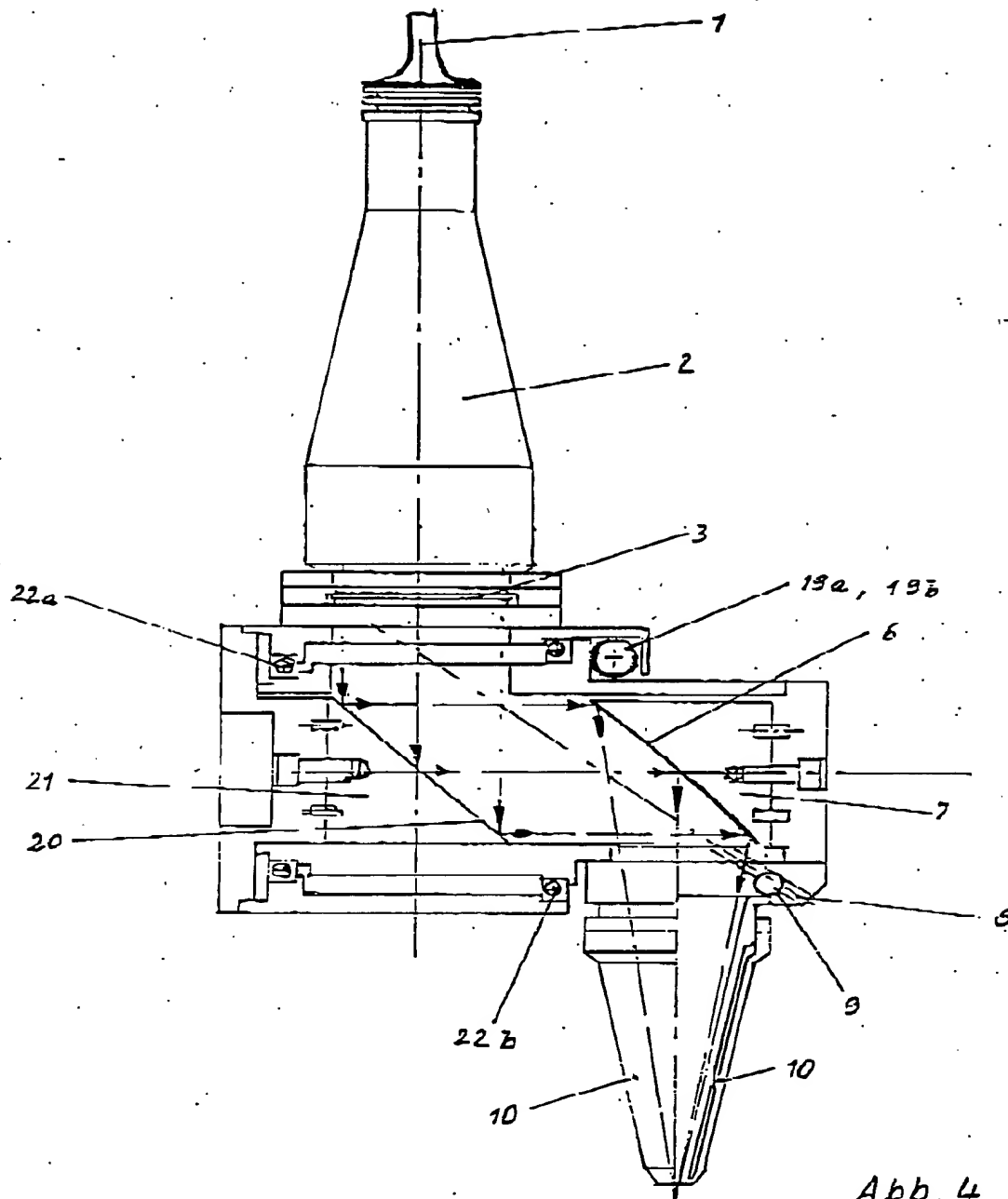
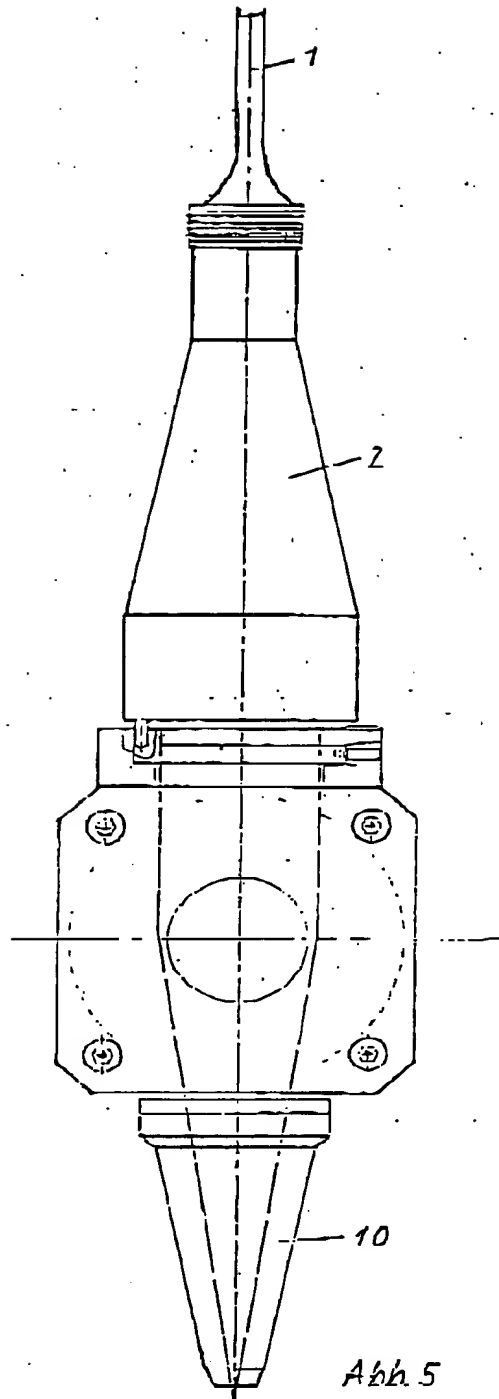


Abb. 4

508 016/522





508 016/522